

# プロダクトライン開発における組込み機器のテスト 設計・実行の自動化 仕様書の論理記述変換に よるテストケース自動生成とモデル検査技術を用い たテストケース自動実行環境の構築

著者	青山 裕介
発行年	2020-03-25
学位授与番号	17104甲情工第349号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10228/00007773">http://hdl.handle.net/10228/00007773</a>

氏 名	青 山 裕 介
学位の種類	博 士（情報工学）
学位記番号	情工博甲第349号
学位授与の日付	令和2年 3月25日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	プロダクトライン開発における組込み機器のテスト設計・実行の自動化——仕様書の論理記述変換によるテストケース自動生成とモデル検査技術を用いたテストケース自動実行環境の構築——
論文審査委員	主 査 教 授 久 代 紀 之
	〃 古 賀 雅 伸
	〃 梅 田 政 信
	〃 坂 本 比呂志

## 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

組込み機器開発の現場では、自然言語で記載された仕様書を精読し、仕様書各文から前提条件・期待動作を抽出することでテストケースが設計される。さらに、仕様書には一般的に多くの欠陥が含まれるため、これらの修正・補完を行いながら上記作業を遂行する。このため、テストケース設計には、膨大な工数が必要とされた。

本研究は、自然言語処理技術を用い仕様書各文からテストケースに必要な前提条件・期待動作を自動抽出し、形式記述する技術に併せ、形式記述化した仕様の論理構造を可視化し、仕様書欠陥の発見・修正・補完を容易にする技術を開発した。さらに、形式記述仕様を、実行動作が可能なテストスクリプトへ変換する技術と左記スクリプトを自動実行・自動評価可能な動作環境を開発した。これら一連の開発により、自然言語で記載された仕様書から必要となるテストケースを抽出し、これを実行する一連のテスト設計・実行工程の自動化を実現した。

具体的には、以下3つの項目を開発した。

1. 国内を代表する組込み製品開発会社2社のテスト設計工程の実際をフィールド調査し、テストケース設計プロセスを再定義するとともに、左記プロセスを構成する各ステップの作業を支援するツールを開発した。一方で、システム仕様書には、一般的に多くの欠陥が含まれるため、システム仕様の論理構造の可視化ツールによりレビューの容易化を図った。開発したツールを現場技術者を交えたワークショップに適用し、自然言語で書かれた仕様書を入力に欠陥の修正を行いながら、テストケースの生成が可能なこと実行可能なテストケースとして生成できることを確認した。
2. テストケース設計プロセスにより生成されたテストスクリプトを自動実行・評価

する統合テスト環境を開発した。統合テスト環境では、実機上で動作する組込みソフトウェアに対し、通信順序を網羅的に入れ替えたブラックボックスのテスト、及び実機上で動作する組込みソフトウェアに対し、機器の内部状態を網羅的な順序で操作するホワイトボックスなテストの両方の視点でのテストを実現する。これにより、従来困難であった特に組込みソフトウェアの内部状態を参照しなければ評価不可能なテストも実現可能なテスト環境を実現した。実現した統合テスト環境をビル空調システムの過去不具合事例に適用し、複数機能の並行動作による非決定的なテスト手順を、ブラックボックス・ホワイトボックス両方の視点で自動的に実行・評価可能なことを確認した。

3. テストケース設計プロセスの成果物である 形式化された仕様書から機能間の影響関係・競合関係を可視化することにより、非決定的な手順での試験が必要となる機能の抽出を支援する手法・ツールを開発した。並列動作する機能が他のどの機能の実行に影響を与えるかを明らかにするために、形式化された仕様書から機能が参照・変更する状態を抽出し、共通する状態を参照・変更する機能の影響関係を可視化する。この図式表現により、並列動作する機能の順序を入れ替えたテストにおける、テスト対象の機能の選択が困難な課題の解決を図った。さらに、可視化された図式に対応するテストケーススクリプトの生成アルゴリズムについても提案し、実装した。評価として、機能間の実行順序と影響・競合関係を可視化する図式表現について、自然言語で書かれた仕様書から作成した3種類のシナリオを図式化し、機能間にある影響・競合関係が可視化できること、この影響・競合関係により、テスト対象の機能の選択が可能なことを確認した。

## 学位論文審査の結果の要旨

本論文に関し、調査委員から、本手法が有効となる適用対象（プロダクトライン開発に限定した理由、多言語対応への展開の可能性等）、依存関係にある機能のテストケース資産化に対する制約への対処、テスト設計・実行効率向上の評価方法に関する詳細、UML 等形式化された手法でなく自然言語で記載された仕様書に注目した動機等について質問がなされたが、いずれも著者から満足な回答が得られた。また公聴会においても、多数の出席者があり、種々の質問がなされたが、いずれも著者の説明により、質問者の理解が得られた。

以上により、論文調査及び最終試験の結果に基づき、審査委員会において慎重に審査した結果、本論文が、博士(情報工学)の学位に十分値するものであると判断した。